

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 44 18 161 A 1

(51) Int. Cl. 6:  
H 01 J 37/30  
C 21 D 1/09  
B 23 K 15/06

DE 44 18 161 A 1

(21) Aktenzeichen: P 44 18 161.2  
(22) Anmeldetag: 25. 5. 94  
(23) Offenlegungstag: 30. 11. 95

(71) Anmelder:

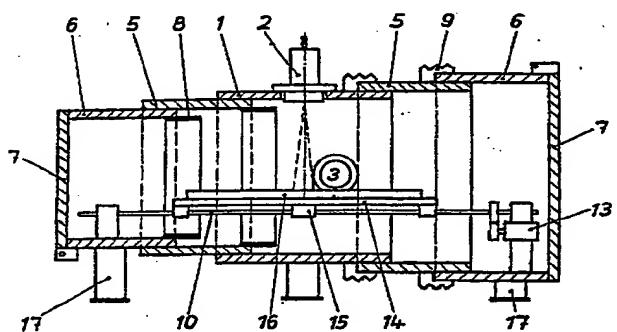
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

(72) Erfinder:

Bartel, Rainer, 01324 Dresden, DE; Schmidt, Horst,  
01139 Dresden, DE; Panzer, Siegfried, Dr., 01279  
Dresden, DE

(54) Einrichtung zur Durchführung elektronenstrahltechnologischer Prozesse im Vakuum

- (57) Die bekannten Einrichtungen sind im wesentlichen nicht universell einsetzbar, da die Größe der zu behandelnden Werkstücke von den Abmessungen des Rezipienten, d. h. seinem Volumen, abhängig ist. Das bedeutet: bei kleinen Werkstücken wird ein erheblich großes Volumen evakuiert. Es besteht daher die Aufgabe, eine an die Werkstückgröße anpaßbare Einrichtung zu schaffen.  
Erfindungsgemäß besteht die Einrichtung aus einem Mittelteil als Rezipient, der neben der Elektronenkanone alle für den Prozeß erforderlichen Baugruppen enthält. An das Mittelteil sind Zwischenteile in- oder aufeinander vakuundicht verschiebbar angeordnet. Zu beiden Seiten ist auf gleiche Weise je ein Endteil, wobei eins als Tür ausgebildet ist, angeordnet. Über die gesamte Länge der Rezipientenlänge angepaßt ist eine Führungsbahn für die Werkstückaufnahme, die auf dieser verfahrbar ist, angeordnet.  
Die Einrichtung ist zur Oberflächenmodifikation von Bauteilen des Maschinenbaus sowie zum Härteln von Führungsbahnen und Flächen an Maschinenteilen bevorzugt einsetzbar.



DE 44 18 161 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10. 95 508 048/146

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung, mit welcher elektronenstrahltechnologische Prozesse, insbesondere zur Oberflächenmodifikation durchgeführt werden. Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet ist das Härteln von Führungsbahnen an Werkstücken für den Maschinenbau, Führungsteilen und auch Flächen an Maschinen- teilen.

Es ist bekannt, derartige Verfahren in Einrichtungen auszuüben, die aus einem Rezipienten mit den zugehörigen Pumpen zur Evakuierung bestehen, an welchem eine Elektronenkanone zur Strahlerzeugung angeordnet ist. In dem Rezipienten ist mehrdimensional beweglich eine Vorrichtung zur Aufnahme der zu behandelnden Werkstücke angeordnet. Zur gesamten Anlage gehören neben der Stromversorgung, Steuerung für den Elektronenstrahl und die Werkstückbewegung sowie Beobachtungs- und Kontrolleinrichtungen. Dieses Grundprinzip ist entsprechend dem speziellen Anwendungszweck bzw. den zu behandelnden Werkstücken angepaßt. Dazu ist es beispielsweise bekannt, durch Bewegung des Werkstückes und/oder der Elektronenkanone eine Relativbewegung zwischen beiden auszuführen.

Die bekannten Einrichtungen haben gemeinsam den Nachteil, daß bei sich ändernden Werkstückabmessungen oder vor allem bei sich ändernder Form Probleme dagegen auftreten, daß das Verhältnis des Rezipientenvolumens oder der Rezipientenabmessung zum Werkstück sehr ungünstig ist. Das bedeutet, es muß bei kleinen Teilen ein unnötig großes Rezipientenvolumen evakuiert werden. Das wiederum bedeutet lange Nebenzeiten oder erhöhte Pumpleistung. Besonders tritt der Nachteil auf, wenn Führungsteile oder -bahnen sehr unterschiedlicher Längen zu bearbeiten sind. Der Rezipient muß hierbei stets mindestens doppelte Länge des Werkstückes haben.

Es ist versucht worden, den Rezipienten den maximalen Maßen der zu bearbeitenden Werkstücke anzupassen und in dem Fall, daß das Volumen bzw. die Länge der Werkstücke wesentlich kleiner ist, in den Rezipienten dem Leerraum angepaßte Formkörper einzubringen, die somit das zu evakuierende Volumen verkleinern. Diese Lösung ist aber mit dem Mangel behaftet, daß diese Formkörper vakuumdicht und dadurch sehr stabil ausgeführt sein müssen. Das bedingt ein hohes Gewicht und außerdem ist deren Anbringung aufwendig.

Eine weitere bekannte Ausführung derartiger Einrichtungen besteht darin, daß zur Erweiterung des Bereiches für die Beaufschlagung der Werkstückoberfläche, insbesondere quer zur Werkstücktransportrichtung, die Elektronenkanone in dieser Richtung bewegbar oder auch schwenkbar ist. Diese Lösung ist nur in geringem Umfang geeignet, die Mängel zu beseitigen, da der Schwenk- bzw. Ablenkbereich in keinem Verhältnis zu den möglichen Variationen der zu beaufschlagenden Fläche steht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Durchführung elektronenstrahltechnologischer Prozesse zu schaffen, die universell einsetzbar ist, indem sie ermöglicht, Werkstücke zu behandeln, deren Abmessungen, insbesondere in Längsrichtung sehr unterschiedlich sind. Dabei soll vor allem das zu evakuierende Volumen dem jeweiligen Werkstückvolumen, insbesondere der Werkstücklänge angepaßt sein, damit die Evakuierungszzeit gering ist. Es soll mit der Einrichtung

auch möglich sein, die Werkstückaufnahme relativ einfach dem Werkstück und dem Rezipientenvolumen anzupassen. Der zeitliche Aufwand dafür soll gering sein.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe nach den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen der Einrichtung sind in den Patentansprüchen 2 bis 13 beschrieben.

Die erfindungsgemäße Einrichtung ist durch die Kombination ihrer Merkmale charakterisiert, die im wesentlichen darin besteht, daß zu einem Mittelteil, welches alle zur Durchführung des vakuumtechnologischen Prozesses erforderlichen Bauteile und Baugruppen enthält, wie z. B. Elektronenkanone, Beobachtungseinrichtungen und Anschluß für Vakumpumpen, beliebig zu beiden Seiten in Längsrichtung Zwischenteile und daran Endteile vakuumdicht angeordnet sind. Diese Zwischenteile und Endteile sind geometrisch, d. h. in ihrem Querschnitt so ausgebildet, daß sie auf- bzw. ineinander schiebbar sind. Dadurch kann ein Rezipient geschaffen werden, der der jeweiligen Werkstücklänge angepaßt ist. Am Umfang jedes Teiles sind Dichtungen, vorzugsweise Lippendichtungen, hintereinander so angeordnet, daß durch den anstehenden Atmosphärendruck diese gegen die Wand der Teile gedrückt werden, um die Dichtwirkung zu erhöhen. Die einzelnen Teile des Rezipienten — Mittelteil, Zwischenteile, Endteile — sind so geführt, daß sie parallel verschiebbar und gelagert sind. Diese Führung ist so ausgeführt, daß sie alle Kräfte aufnimmt und eine gute Dichtung der Teile gewährleistet.

In dem Rezipienten befindet sich eine Führungsbahn. Diese hat die Aufgabe, die Werkstückaufnahme in Längsrichtung des Rezipienten zu bewegen und zu führen. Die Führungsbahn besteht aus einem Transportelement und einem Führungselement. Im Zusammenhang mit dem notwendigen Antrieb für die Werkstückaufnahme sind zwei grundsätzliche Varianten möglich.

Im ersten Fall ist das Transportelement feststehend, z. B. eine Zahnstange. Auf der Werkstückaufnahme ist ein Antriebsmotor angeordnet, der ein Ritzel antreibt, was auf der Zahnstange hin und her bewegt wird. Der Antrieb bildet mit der Werkstückaufnahme eine Einheit. Das Führungselement ist eine Schiene, die nur zur geradlinigen Führung der Werkstückaufnahme dient.

Im zweiten Fall wird das Transportelement angetrieben. Es ist zweckmäßig eine Spindel. Auf ihr läuft ein mit der Werkstückaufnahme verbundenes Element, z. B. eine Mutter, die sich bei Rotation der Spindel längs bewegt.

In jedem Fall sind die Führungsbahnen in bestimmten Standardlängen vorhanden und werden der Länge des Rezipienten entsprechend eingesetzt. Sie sind in der Regel in den Endteilen gelagert. Bei großen Rezipienten ist evtl. im Mittelteil eine weitere Lagerstelle oder auch Antriebsstelle. Die Führungsbahn kann auch zweckmäßigerverweise so ausgebildet sein, daß sie so weit in dem Endteil angeordnet ist, um bei geöffneter Tür mit einer gleich ausgeführten Führungsbahn auf einem Außenbett verbunden zu werden. Dadurch ist es möglich, die Werkstückaufnahme aus dem Rezipienten herauszufahren, um die Be- und Entstückung vorzunehmen. Auch für Wartungsaufgaben und zur Reinigung des Rezipienten ist das Herausfahren der Werkstückaufnahme zweckmäßig. Die Lager für die Transportelemente der Führungsbahn in den Endteilen sind dann entsprechend zu gestalten, daß ein Herausfahren möglich ist. Gleichzeitig muß die Führungsbahn zu beiden Seiten Anschlüsse besitzen, um den Fahrtweg zu begrenzen.

Ist die Länge des Rezipienten und damit sein Volumen sehr groß, wird über einen weiteren im Mittelteil vorhandenen Pumpstutzen eine zusätzliche Vakuumpumpe angeschlossen.

Alle in Verbindung mit der Werkstückaufnahme benötigten Medien werden, von einem festen Punkt im Inneren des Rezipienten ausgehend, über eine bewegliche Führungskette zugeführt. Diese kann an- und abkuppelbar sein. Die Bewegung der Werkstücke auf der Werkstückaufnahme kann elektrisch, magnetisch oder hydraulisch erfolgen. Dazu dienen z. B. Drehvorrichtungen, Magazine.

Es ist zweckmäßig, die Flächen der Teile des Rezipienten, an denen die Dichtung derselben erfolgt, d. h. die Dichtungen anliegen, gegen äußere Einflüsse, z. B. Staub, durch darüber angeordnete Mittel, wie Faltenbälge oder Jalousien, zu schützen. Auch im Inneren des Rezipienten sind im Bereich der Dichtflächen, d. h. der Flächenbereiche, die übereinander gleiten, Schutzbieche anzzuordnen, um ein Bedampfen zu verhindern.

Die Werkstückaufnahme ist zweckmäßig ein Schlitten, der je nach Ausführung den Antrieb für die Längsbewegung enthält und eben oder winklig ist. Auf ihm werden in bekannter Weise die Werkstücke einzeln auf Drehvorrichtungen oder in Magazinen angebracht, die den Werkstückwechsel im Rezipienten, von außen angetrieben oder mit eigenem Antrieb, bewirken.

Infolge der Druckdifferenz zwischen dem Atmosphärendruck und dem Vakuum treten auf die Endteile erhebliche Kräfte auf, die ein Zusammenschieben der End- und Zwischenteile ineinander bewirken würden. Um dies zu verhindern, müssen mechanische Mittel, z. B. Sperren, angeordnet sein, die eine Lageveränderung durch Aufnahme der Kräfte während des Evakuierens und Prozesses verhindern.

Zur Erweiterung des Beaufschlagungsbereiches des Elektronenstrahls, d. h. zur Vergrößerung des Bearbeitungsfeldes vorzugsweise quer zur Transportrichtung, ist die Elektronenkanone um die Längsachse schwenkbar oder auch quer zur Längsrichtung des Rezipienten verschiebbar angeordnet. Dadurch können auch senkrechte Flächen der Werkstücke vom Elektronenstrahl beaufschlagt werden.

Die erfundungsgemäße Einrichtung hat den Vorteil, daß sie leicht der Länge der zu behandelnden Werkstücke bei optimalem Volumen anpaßbar ist. Durch einheitlich gestaltete Führungsbahnen in bestimmten Größen, mit einer für jede Größe geeigneten Werkstückaufnahme, ist der universelle Einsatz gegeben. Die einzelnen Zwischenteile können beim Hersteller serienmäßig gefertigt werden und je nach den vom Betreiber gewünschten Längenmaßen aneinander gereiht werden, wobei nur die Abmessungen der Endteile anzupassen sind. Selbst für eine kleine Anlage, d. h. einen Rezipienten mit geringer Länge, kann nur ein Mittelteil zum Einsatz kommen, wobei die Endteile diesen Abmessungen entsprechen müssen. Die Vorteile liegen daher beim Hersteller der Anlagen wie beim Betreiber. Ein weiterer Vorteil für den Betreiber ist es, daß bei leicht demontierbarer Führungsbahn der Rezipient gut zu reinigen ist, denn es sind in ihm keine störenden Bauteile enthalten. Diese Arbeit wird durch die beidseitigen großen Öffnungen der Endteile noch erleichtert. Schließlich besteht noch ein Vorteil darin, daß für alle Ausführungsvarianten ein einheitliches Mittelteil mit allen prozeßnotwendigen Baugruppen als Grundausstattung verwendet wird.

An einem Ausführungsbeispiel wird die Erfahrung nä-

her erläutert. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Einrichtung,

Fig. 2 einen Querschnitt durch das Mittelteil der Einrichtung.

Ein Mittelteil 1 des Rezipienten enthält alle für den vakuumbetriebenen Prozeß erforderlichen Baugruppen, wie z. B. die Elektronenkanone 2, einen Anschluß 3 für Vakuumpumpen zum Evakuieren des Rezipienten und eine Einblickeinrichtung 4. Zu beiden Seiten des Mittelteiles 1 sind Zwischenteile 5 angeordnet, die — wie linksseitig dargestellt — in das Mittelteil 1 schiebbar oder — wie rechtsseitig dargestellt — auf das Mittelteil 1 schiebbar sind. Dabei ist der linksseitigen Ausführung insofern der Vorzug zu geben, daß sich der Querschnitt und damit das Volumen des Rezipienten mit der Länge verringert. Auf bzw. in jedes Zwischenteil ist ein Endteil 6 schiebbar, welches als Tür 7 ausgebildet ist. Zwischen dem Mittelteil 1, den Zwischenteilen 5 und den Endteilen 6 sind mehrfache Lippendichtungen (nicht gezeichnet) so angeordnet, daß die Druckdifferenz die Dichtwirkung erhöht. In der Ausführungsform mit innenliegenden Dichtflächen (linke Hälfte der Fig. 1) sind Schutzbleche 8 über den gesamten Umfang angeordnet, um ein Bedampfen der Dichtflächen und Dichtungen zu verhindern. Bei außen liegenden Dichtflächen ist über diesen ein Faltenbalg 9 angeordnet, um Verschmutzungen zu verhindern.

In dem Rezipienten ist eine Führungsbahn 10 — in den Endteilen 6 gelagert — angeordnet. Diese Führungsbahn 10 liegt in Standardlängen, entsprechend den jeweils möglichen Längsbereichen des Rezipienten, vor. Diese besteht aus einem Führungselement, welches eine Schiene 11 ist, und einem Transportelement, welches eine Spindel 12 ist. Im Endteil 6 ist ein Antrieb 13 für die Spindel 12 vorgesehen. Eine Werkstückaufnahme 14 ist entlang der Führungsbahn 10 derart bewegbar, indem diese mittels einer Mutter 15, die auf der rotierenden Spindel 12 angeordnet ist, in Längsrichtung transportiert wird. Die Werkstückaufnahme 14 ist als ebener Schlitten ausgeführt, auf dem die Werkstücke 16 in geeigneter Weise angeordnet sind.

Entsprechend der max. Werkstücksänge ist der Rezipient aus einer Anzahl Zwischenteile 5 zusammengesetzt und in seiner Gesamtlänge in einem relativ großen Bereich variabel. Die Werkstückaufnahme 14 fährt auf der der Rezipientenlänge angepaßten Führungsbahn 10 durch den Beaufschlagungsbereich der Elektronenkanone 2. Die Steuerung der Bewegung und Geschwindigkeit der Führungsbahn 10 erfolgt in bekannter Weise abhängig von den Anforderungen an das zu behandelnde Werkstück 16.

Alle für den elektronenstrahltechnologischen Prozeß erforderlichen Baugruppen, Versorgungseinrichtungen, Steuereinrichtungen usw. sind in herkömmlicher Weise ausgeführt und mit dem Mittelteil 1 verbunden bzw. an ihm angeordnet. Mit 17 sind Füße bezeichnet, die auf einer Schiene verfahrbar sind.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zur Durchführung elektronenstrahltechnologischer Prozesse, bestehend aus einem Rezipienten, inner an dem Rezipienten angeordneten Elektronenkanone, einer im Rezipienten beweglichen Aufnahmeverrichtung für die zu behandelnden Werkstücke, Vakuumpumpen, Stromerzeugungsrichtungen und Steuer- und Kontrolleinrichtungen, gekennzeichnet durch folgende Merkmale

le:

- der Rezipient besteht aus einem Mittelteil (1), an das die Elektronenkanone (2) angeflanscht ist, an dem mindestens ein Anschluß (3) zur Evakuierung angeordnet ist.
- an mindestens einer Seite des Mittelteils (1) ist mindestens je ein Zwischenteil (5) in oder auf dem Mittelteil (1) vakuumdicht verschiebar angeordnet,
- die Zwischenteile (5) sind in- oder aufeinander vakuumdicht verschiebar angeordnet,
- an jeweils einem äußeren Zwischenteil (5) oder dem Mittelteil (1) ist ein dieses vakuumdicht verschließendes Endteil (6) angeordnet,
- mindestens ein Endteil (6) ist als Tür (7) ausgeführt,
- an den Zwischenteilen (5) und Endteilen (7) sind mechanische Mittel zur Verhinderung des Zusammenschiebens durch die Druckdifferenz angeordnet,
- in dem Rezipienten ist eine in Längsrichtung des Rezipienten verfahrbare Werkstückaufnahme (14) auf einer der jeweiligen Länge des Rezipienten angepaßten Führungsbahn (10) angeordnet, die mindestens in beiden Endteilen (6) gelagert ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Mittelteils (1), der Zwischenteile (5) und Endteile (6) rund ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Vakuumdichtung des Mittelteils (1) mit den Zwischenteilen (5), der Zwischenteile (5) miteinander und der Zwischenteile (5) mit den Endteilen (6) mindestens zwei hintereinander liegende Lippendichtungen derart angeordnet sind, daß diese durch die Druckdifferenz ihre Dichtwirkung verstärken.
4. Einrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtungen zwischen dem Mittelteil (1), den Zwischenteilen (5) und Endteilen (6) Schlauchdichtungen sind.
5. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens der Bereich der Dichtflächen des Mittelteils (1), jedes Zwischenteiles (5) und Endteiles (6) durch eine Schutzeinrichtung abgedeckt ist.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzeinrichtung eine Jalousie oder ein Faltenbalg (9) ist.
7. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsbahn (10) aus mindestens einem Transportelement (12) und mindestens einem Führungselement (11) besteht.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Transportelement (12) eine Zahngstange ist, in die ein Antrieb, der auf der Werkstückaufnahme (14) angeordnet ist, eingreift.
9. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Transportelement (12) eine Gewindespindel ist, auf der ein Element, das mit der Werkstückaufnahme (14) verbunden ist, geführt ist.
10. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstückaufnahme (14) ein ebener oder winkelförmig ausgebildeter Schlitten ist, auf welchem die Werkstücke (16) direkt, auf einer Drehvorrichtung oder in Magazinen gehalten sind.
11. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprü-

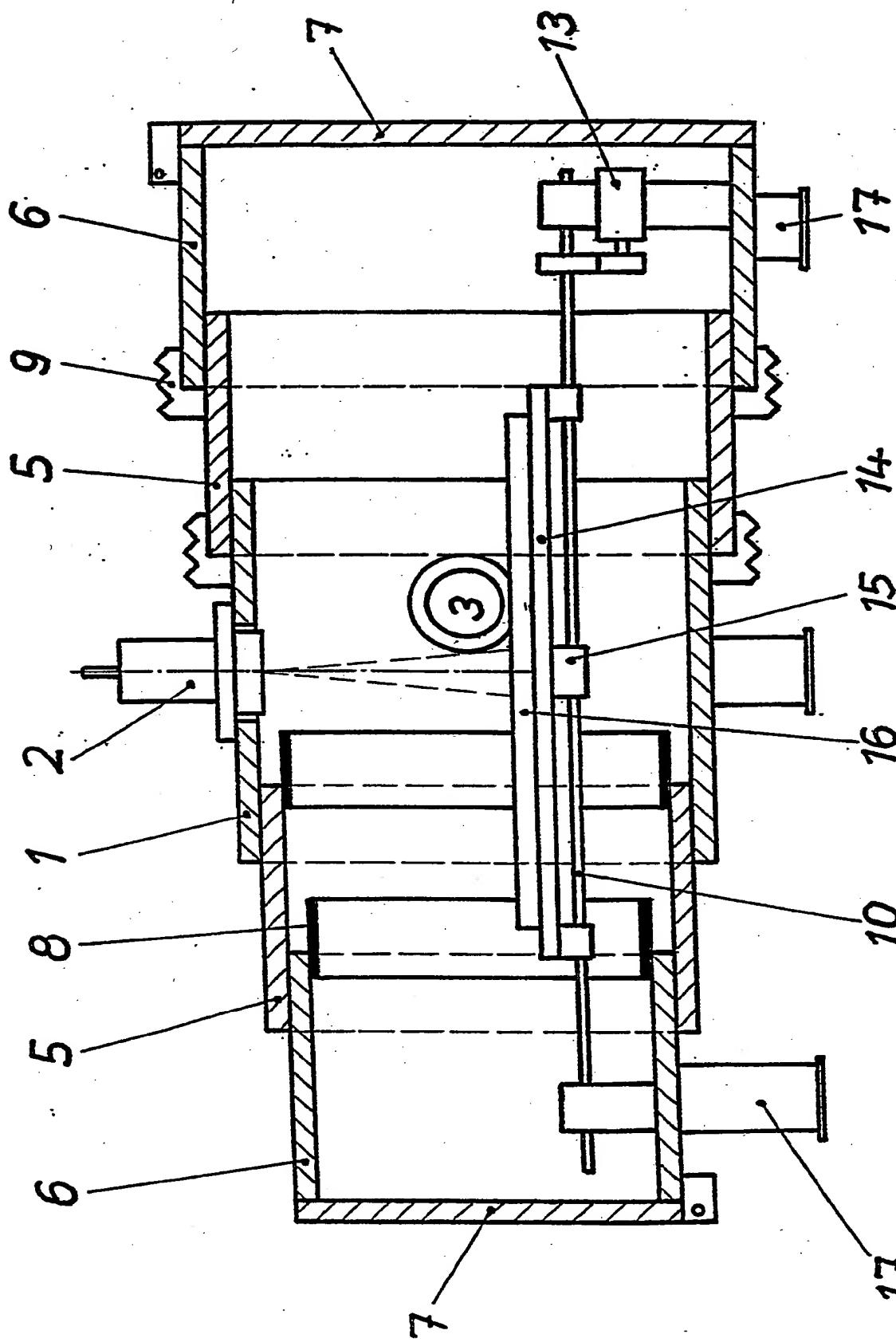
che 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsbahn (10) so ausgebildet ist, daß die Werkstückaufnahme (14) aus dem Rezipienten auf ein außerhalb des Rezipienten befindliches Außenbett fahrbar ist.

12. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstückaufnahme (14) entsprechend der Länge des Rezipienten durch Ausziehen verlängerbar ist.

13. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektronenkanone (2) im Mittelteil (1) quer zur Längsachse des Rezipienten verfahrbar und/oder um ihre Längsachse schwenkbar ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



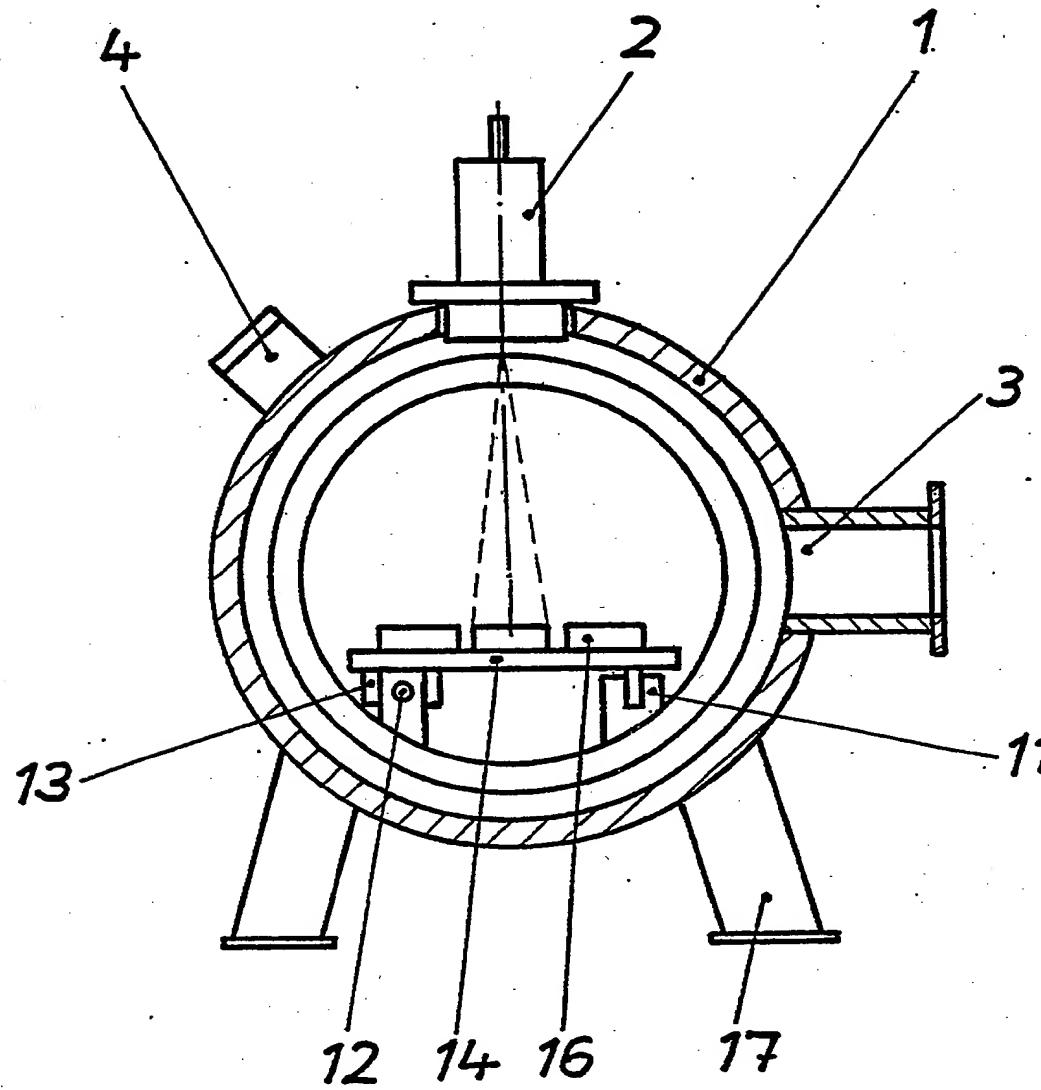


Fig. 2